

مقدمه

به منظور درک بهتر سامانه‌های آبخیز و تبیین شیوه‌های مدیریتی مناسب در راستای دستیابی به توسعه پایدار، شناخت جنبه‌های مختلف آن امری ضروری است. با توجه به افزایش روزافزون تخریب‌های محیط‌زیستی و لزوم توجه به رویکردهای جدید برای ارزیابی و پایش وضعیت بوم‌سازگان‌ها، مدیریت مخاطرات و تصمیم‌گیری و نحوه برخورد مناسب با این مخاطرات، تعیین تاب‌آوری^۴ سامانه‌های بوم‌شناختی^۵ مطرح شده است. از آنجایی که آبخیز یک سامانه پویا و پیچیده است، آسیب به ساختار و خدمات آن، منجر به اختلال در عملکرد و حتی سقوط ناگهانی این بوم‌سازگان می‌شود [۸]. از این رو، شناخت روابط پیچیده یک بوم‌سازگان، از اولویت‌ها و چالش‌های عمده در پژوهش‌های سامانه‌های زمین^۶ است. نکته کلیدی و مهم مدیریت آبخیز، پتانسیل آن در ارتقای زندگی آبخیزنشینان و هم‌چنین مردمان مناطق پایین‌دست است [۴۰]. به هر تقدیر برای مدیریت آبخیزها همیشه به یک رویکرد انعطاف‌پذیر^۷ نیاز است. در این راستا می‌توان تاب‌آوری را به‌عنوان یکی از رویکردهای جدید مدیریت حوزه آبخیز و مخاطرات محیطی، معرفی کرد. هدف اساسی رویکرد تاب‌آوری توجه به پایایی^۸، بازیابی^۹ و حفظ پایداری^{۱۰} اجتماعات انسانی و کاهش آسیب‌پذیری^{۱۱} در شرایط بحرانی می‌باشد، زیرا مخاطرات جنبه‌های مختلف زندگی انسان را تحت تأثیر قرار داده و در برخی از مواقع به دلیل عمق فاجعه‌های رخ داده امکان برگشت‌پذیری^{۱۲} بسیار ضعیف می‌باشد. به همین دلیل رویکرد ارزیابی تاب‌آوری در تلاش برای ایجاد توان لازم برای برگشت‌پذیری سریع و خودسازمان‌دهی^{۱۳} می‌باشد.

تاکنون دیدگاه‌ها و مدل‌های مختلفی در ارتباط با تاب‌آوری و عملیاتی‌سازی آن از طریق شاخص‌ها و متغیرهای مختلف در علوم گوناگون، ارائه شده است. هرچند که بررسی‌ها نشان می‌دهد، وحدت نظری در رابطه با یک مدل واحد یا مجموعه‌ای از شاخص‌ها برای تاب‌آوری در ادبیات نظری وجود ندارد، اما هدف نهایی همه

تاب‌آوری آبخیز: مفهوم و ضرورت

پریسا فرضی^۱، سید حمیدرضا صادقی^{۲*} و محمود جمعه‌پور^۳
تاریخ دریافت: ۹۸/۰۶/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۹/۰۸/۳۰

چکیده

در حال حاضر بلایای طبیعی و دخالت‌های انسانی از دلایل اصلی مشکلات موجود در مقیاس حوزه‌های آبخیز است، از این رو مدیریت این چالش‌ها از مشکلات اصلی کنونی مدیران آبخیزها تلقی می‌شود. با وجود این، رویکردهای امروزی مدیریت منابع حوزه‌های آبخیز پاسخ‌گوی مناسبی برای مشکلات حاضر نبوده است، به‌نحوی که دامنه و نوع مشکلات وارده بر محیط‌زیست همواره در حال افزایش و خارج از آستانه تحمل بوم‌سازگان است. همان‌طور که جوامع در جهت بهبودی پس از بلایا تلاش می‌کنند و پیش به آینده جلو می‌روند، تاب‌آور نمودن حوزه‌های آبخیز به معنای کمک به مدیریت بهتر سامانه‌های طبیعی یا بازسازی سریع‌تر در مواجهه با مخاطرات در آینده است. از این رو، رویکرد ارزیابی تاب‌آوری به‌عنوان راه‌کاری نوین برای تقویت سامانه‌های چند بعدی مانند حوزه‌های آبخیز، با استفاده از ظرفیت‌های آن مطرح شده و تعاریف، شاخص‌ها و الگوهای سنجشی متفاوتی در رابطه با آن شکل گرفته است. حال آن‌که تاکنون کاربست رویکرد تحلیل جامع تاب‌آوری در سامانه‌های پویا و پیچیده حوزه‌های آبخیز با در نظر گرفتن ابعاد کلیدی مؤثر در آن خصوصا در داخل کشور مفهوم‌سازی و گزارش نشده است. بر همین اساس نوشتار پیش‌رو، تلاشی برای مفهوم‌سازی تاب‌آوری حوزه‌های آبخیز کشور به‌منظور تبیین دورنمای مفید برای درک تصمیمات مدیریتی و تغییرات مربوط به منابع طبیعی در راستای مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز محسوب می‌شود.

واژه‌های کلیدی: آمایش سرزمین، انعطاف‌پذیری آبخیز، ظرفیت بوم‌سازگان، مدل‌سازی مفهومی، مدیریت جامع حوزه آبخیز.

4. Resilience
5. Ecological System
6. Terrestrial Systems
7. Flexible
8. Reliability
9. Recovery
10. Sustainability
11. Vulnerability
12. Reversibility
13. Self- Organization

۱- دانشجوی دکتری علوم و مهندسی آبخیزداری دانشگاه تربیت مدرس
 ۲* - استاد گروه مهندسی آبخیزداری دانشگاه تربیت مدرس و رئیس انجمن آبخیزداری ایران، نویسنده مسئول: Email: Sadeghi@modares.ac.ir
 ۳- استاد گروه برنامه‌ریزی اجتماعی شهری و منطقه ای دامشگاه علامه طباطبائی

این فعالیت‌ها در راستای افزایش سطح تاب‌آوری اجتماعات در برابر بحران‌های طبیعی و انسانی می‌باشد [۱۹]. از این رو با در نظر گرفتن موارد برشمرده، رویکرد ارزیابی تاب‌آوری در مقیاس حوزه آبخیز از طریق شناسایی بهتر ویژگی‌های پویای این سامانه و تعامل آن‌ها با انسان و تأکید بر منابع و ظرفیت‌های آن برای عملکرد بهتر ضروری می‌نماید.

مفهوم تاب‌آوری

تاب‌آوری، مبتنی بر تفکر انعطاف‌پذیری^۱ و پایداری در شرایط عدم قطعیت، اختلالات و پویایی تغییرات است. از طرفی آشفتگی‌های طبیعت (مانند سیل، زلزله و خشک‌سالی) و دخالت‌های انسانی، روند تکامل و توالی آن را تغییر می‌دهند. یک نظام تاب‌آور نه تنها قادر به جذب و تحمل اختلال است، بلکه می‌تواند تغییر^۲، توسعه^۳، نوآوری^۴ و سازمان‌دهی مجدد^۵ داشته باشد. نقطه مقابل تاب‌آوری، آسیب‌پذیری است [۲۱]. به طوری که آسیب‌پذیری حساسیت به تخریب از لحاظ قرار گرفتن در معرض فشارهای محیطی و تغییرات اجتماعی و نیز عدم وجود ظرفیت^۶ برای سازگاری^۷ با آن تعریف شده است [۱].

تاب‌آوری بوم‌شناختی، دوام یا توانایی سازگار شدن یک بوسازگان با تغییر یا اختلالی است که مسبب جایگزینی وضعیت یک بوم‌سازگان به وضعیت دیگر می‌شود (شکل ۴). در واقع، تاب‌آوری بوم‌شناختی، مربوط به توانایی بوم‌سازگان برای حفظ ساختار^۸ و عملکرد^۹ در مواجهه با آشفتگی‌های محیط است [۲۰]. حال آن‌که تاب‌آوری اجتماعی، توانایی جوامع برای مقابله با اختلالات و فشارهای اجتماعی، سیاسی و محیط‌زیستی است [۴۱]. تاب‌آوری اقتصادی قابلیت حیات اقتصادی جوامع مثل سرمایه، مسکن، درآمد و اشتغال را نشان می‌دهد. بررسی تاب‌آوری بعد اقتصادی، اجازه واکاوی پیوندهایی را می‌دهد که پایداری اقتصادی به خصوص پایداری معیشت را در سطح جامعه افزایش یا کاهش می‌دهند [۵ و ۱۹]. در بخش تاب‌آوری زیرساختی به طور اساسی واکنش جامعه و ظرفیت بازیابی نظیر پناه‌گاه، واحدهای مسکونی، راه‌های ارتباطی و تسهیلات سلامتی ارزیابی می‌شود. هم‌چنین تاب‌آوری به‌وسیله ظرفیت جوامع برای کاهش خطر، مشارکت فعال افراد محلی در کاهش خطر برای ایجاد پیوندهای سازمانی و بهبود و حفاظت از سامانه‌های اجتماعی در یک جامعه تحت تأثیر قرار می‌گیرند [۳۷]. در رابطه با سامانه‌های بوم‌شناختی تنها یک وضعیت برای رسیدن به حالت ثبات وجود ندارد [۶۰]. به‌همین دلیل نظریه تاب‌آوری

1. Flexibility
2. Alteration
3. Development
4. Novelty
5. Reorganization
6. Capacity
7. Adaption
8. Structure
9. Function

خصوصاً در مباحث مربوط به محیط‌زیست، به سمت تفسیرهایی پیش‌رفته است که مفاهیمی چون گذار^{۱۰}، سازگاری، یادگیری^{۱۱}، خودسامان‌دهی و پذیرش تغییر را در برمی‌گیرند، به طوری که بتوان آن را برای سامانه‌های اجتماعی - بوم‌شناختی و به‌ویژه، در ارتباط با جامعه محلی به کار برد [۳].

سابقه کاربرد مفهوم تاب‌آوری

مفهوم تاب‌آوری نخستین بار توسط هولینگ^{۱۲} [۲۶] به‌عنوان مفهومی بوم‌شناختی مطرح شده است. سپس تیمرمن^{۱۳} [۵۵] در تغییرات اقلیمی، آدگر^{۱۴} [۱] در نظام‌های اجتماعی، کارپنتر^{۱۵} [۹] در نظام‌های انسانی - محیطی، برکس^{۱۶} [۴] در نظام‌های اجتماعی - بوم‌شناسی، برون^{۱۷} [۶] در مدیریت زلزله به کار گرفتند.

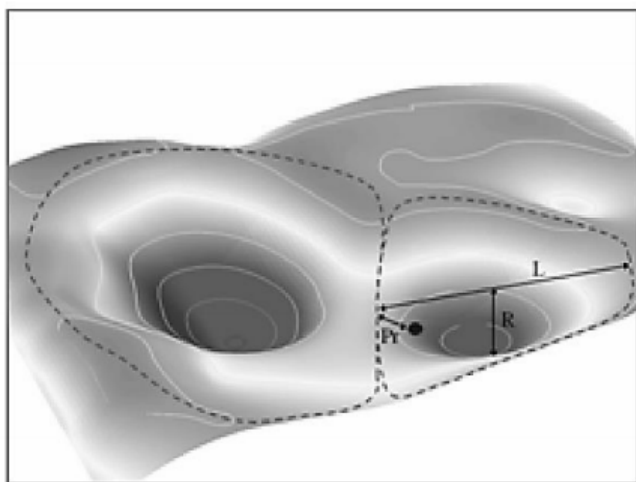
مروری بر پیشینه پژوهش نشان می‌دهد که حوزه پژوهشی مفهوم تاب‌آوری به‌طور گسترده‌ای در جوامع و مقیاس‌های مختلف در سه دهه اخیر در رابطه با کاهش خطرپذیری در مقابل بلایای طبیعی استفاده شده است [۵۹، ۲۹، ۳۲، ۱۱، ۲۷، ۴۶، ۴۷، ۱۸، ۱۵، ۳۱، ۵۷، ۵۸، ۳۳، ۳۶، ۵۲، ۱۲]. هم‌چنین با وجود این، مفهوم تاب‌آوری به‌تازگی توانسته است در هر دو زمینه نظری و عملی، جایگاه مناسب را به‌دست آورد. در این راستا، مطالعات متعددی در داخل و خارج از کشور در ارزیابی رویکرد تاب‌آوری در جوامع و مقیاس‌های مختلف، در برابر بلایای طبیعی مثل خشک‌سالی و کم‌آبی، سیلاب، تغییر اقلیم [۴۳، ۴۴، ۱۷، ۵۴، ۴۸، ۲۳، ۱۰، ۲۵، ۲۸، ۳۰، ۵۳، ۱۶]. تاب‌آوری شهری [۴۹، ۳۹، ۵۱، ۳۵]، تاب‌آوری معیشتی و اقتصادی [۶۱، ۲۴] صورت گرفته است. در این مطالعات ابعاد و مؤلفه‌های مختلفی برای ارزیابی تاب‌آوری مانند اقتصادی، اجتماعی، زیرساختی، نهادی، فردی، فرهنگی، شایستگی جوامع، محیط‌زیستی، سازه‌ای، کاهش مخاطرات و حکم‌رانی با توجه به هدف و مقیاس پژوهش در نظر گرفته شده است. این ارزیابی‌ها از طریق روش‌های مختلفی مانند استفاده از مدل شبکه علیت، مدل مکان محور^{۱۸}، مدل اجتماع محور^{۱۹}، بر مبنای نظریه چشم‌انداز ثبات^{۲۰} و چرخه انطباق^{۲۱} بوده است. نتایج این پژوهش‌ها در کل امکان استفاده از رویکرد ارزیابی تاب‌آوری را به‌عنوان ابزار مدیریتی در راستای پایداری و تعادل جوامع، تأیید می‌کند. در این میان، پژوهش پیرسا^{۲۲} و همکاران [۴۲] نیز برای ارزیابی تاب‌آوری یک جنبه خاص و با تأکید بر بوم‌سازگان جنگلی، گزارش شده است. در این پژوهش، افزایش

10. Transformation
11. Learning
12. Holling
13. Timmerman
14. Adger
15. Carpenter
16. Berkes
17. Bruneau
18. Place-Based
19. Community-Based
20. Stability landscape
21. Adaptive cycle
22. Piresa

با توجه به این که در بررسی تاب‌آوری آبخیز باید توجه بیشتری به ابعاد بوم‌شناختی و اجتماعی شود، بررسی این ابعاد در قالب سامانه‌های اجتماعی- بوم‌شناختی از طریق مفهوم قلمروها یا حوزه‌های جاذبه یا جذابیت مطرح می‌شود (شکل ۳). قلمرو جاذبه، یعنی فضایی که سامانه تمایل دارد در نبود آشفتگی‌های شدید در آن بماند. برای هر سامانه ممکن است بیش از یک قلمرو جاذبه وجود داشته باشد. افرادی که در یک سامانه زندگی می‌کنند بعضی از قلمروهای جاذبه را مطلوب و برخی را نامطلوب می‌دانند. چشم‌انداز ثبات^۲ عبارت از قلمروهای جاذبه مختلفی است که سامانه اشغال می‌کند و مرزهای بین آنهاست، از این‌رو تاب‌آوری سامانه به مواجهه با آشفتگی‌ها و استقرار آن درون مرزهای قلمرو جاذبه اطلاق می‌شود (شکل ۳) [۲۲، ۶۰].



شکل ۲: چارچوب تاب‌آوری آبخیز



شکل ۳: مدل سه بعدی چشم‌انداز ثبات با دو قلمرو جاذبه [۶۰]

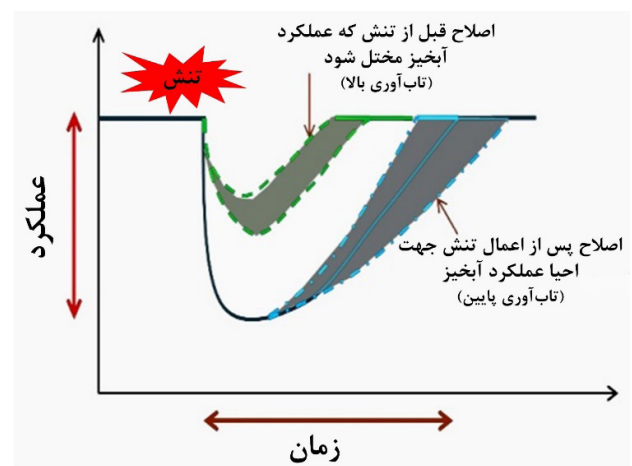
بروز مخاطرات می‌تواند ساختار و عملکرد فرایندهای اجتماعی و بوم‌شناختی در حوزه‌های آبخیز را بسته به میزان، مدت و فراوانی تأثیر آن تغییر دهد. وضعیت حوزه‌ای که در یک محدوده پایدار است می‌تواند در قلمرو جاذبه یا دگرگونی با توجه به درجه و ماهیت

2. Domains or basins of attraction
3. State space
4. Stability landscape

تاب‌آوری حوزه آبخیز رویو داک^۱ از طریق احیای جنگل مدنظر بوده و کیفیت آب به‌عنوان شاخصی برای تاب‌آوری آبخیز استفاده شد. نتایج نشان داد که افزایش سطح جنگل به‌ترتیب، مقاومت و تاب‌آوری حوزه آبخیز را در فصل‌های بارانی و خشک بهبود می‌بخشد.

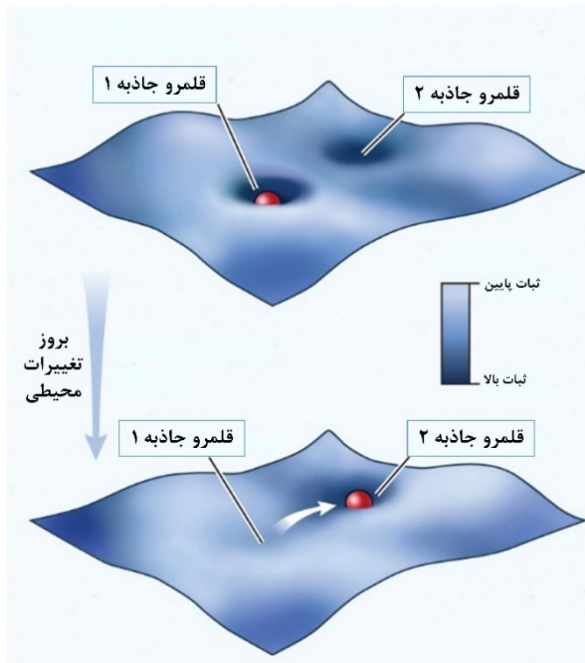
تاب‌آوری در مدیریت آبخیز

از آنجایی که بروز مخاطرات می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر سامانه‌های آبخیز داشته باشد و تأثیرات آن به شکل اختلال در عرضه آب، افزایش بلایای طبیعی، افزایش آلودگی آب، مسائل کیفیت آب، انقراض گونه‌ها، از دست دادن تنوع زیستی، زیان‌های اقتصادی و بهره‌برداری غیراصولی از منابع بروز نماید، بررسی مفهوم تاب‌آوری در مقیاس حوزه آبخیز اهمیت ویژه‌ای دارد. از طرفی تأثیرات بسته به موقعیت جغرافیایی و وضعیت سامانه آبخیز متفاوت است. به عنوان مثال در بحث تغییر اقلیم، برخی از حوزه‌های آبخیز در مناطق خشک آفریقای جنوبی، با تهدیدات خشکسالی شدید و بیابان‌زایی مواجه بوده، در حالی که دیگر آبخیزهای دارای رطوبت بالا مثل شمال شرق هند با شدت بیش‌تری در بارش و رژیم سیلابی شدید روبرو هستند. این تأثیرات منجر به تغییر در سامانه‌های اجتماعی و بوم‌شناختی حوزه آبخیز و ایجاد تغییرات موقت یا دائمی در سامانه‌های حوزه می‌شود [۳۸]. بزرگی تأثیرات بسته به تاب‌آوری سامانه‌های اجتماعی و بوم‌شناختی آبخیز متفاوت است (شکل ۱) [۲۶ و ۲]. با توجه به این تفاسیر، آبخیزی تاب‌آور است که هم‌زمان قادر به مقاومت در برابر پیامدهای مخاطرات طبیعی و انسانی بوده، از میزان معین آسیب و خسارت جلوگیری کرده و هم‌چنین از طریق تعامل با بعد اجتماعی و انسانی توانایی سازگاری با تنش‌ها و ظرفیت بازیابی پس از این تنش‌ها را برای حفظ خود در قلمرو جاذبه فعلی و یا تبدیل به یک آبخیز پایدار جدید در ابعاد بوم‌شناختی و اجتماعی داشته باشد (شکل ۲).



شکل ۱: مفهوم تاب‌آوری در یک آبخیز تحت تنش در دو وضعیت تاب‌آوری بالا و پایین (اقتباس از [۶])

1. Rio Doce



شکل ۴: چشم انداز ثبات یک بوم‌سازگان قبل و بعد از بروز تغییر

با شیوه‌های بهبود سلامت بوم‌سازگان آبخیز، ارتباط دارد. به‌عنوان مثال، زیرساخت‌های سبز^۱ در حوزه‌های آبخیز یکی از عوامل مهم در تعریف تاب‌آوری آن در مقابل مخاطراتی مانند تغییر اقلیم است. با عملکرد بهتر زیرساخت‌های سبز در حوزه‌های شهری، وقایع حدی هیدرولوژیکی کاهش می‌یابد. در بخش اجتماعی و اقتصادی، مشارکت ذی‌نفعان در تصمیم‌گیری‌های منابع، یکی دیگر از عوامل موثر بر تاب‌آوری حوزه آبخیز است [۴۵].

در مجموع با توجه به مطالب فوق، سامانه‌های اجتماعی-بوم‌شناختی در مقیاس آبخیز، بر اساس ساختار و عملکرد آن، تعریف و بر اساس آستانه‌ها^۲ تفکیک می‌شوند. این سامانه‌ها، در معرض تغییرات تدریجی، سازگاری پیدا می‌کنند، اما به‌واسطه تغییرات ناگهانی، به وضعیت متفاوتی جهش می‌یابند (گذار). تاب‌آوری آبخیز، فاصله بین وضعیت سامانه و آستانه بحرانی است؛ بنابراین تاب‌آوری آن با گذشت زمان در شرایط مختلف اجتماعی و بوم‌شناختی، متفاوت خواهد بود [۵۰]. به‌منظور ارائه دید صحیحی از تاب‌آوری یک سامانه، باید از تمام ابعاد سیاسی، امنیتی، اقتصادی، اجتماعی، محیطی و تعامل بین هر یک از آن‌ها تحلیل یکپارچه‌ای انجام داد، اما عدم آگاهی از این موضوع به‌دلیل کمبود داده‌ها امکان استفاده از رویکردهای سامانه چندبعدی را محدود کرده است. از آنجایی که مدل‌های تاب‌آوری به بررسی انعطاف‌پذیری جوامع برای کاهش آسیب‌پذیری و افزایش تاب‌آوری در مقابل پیامدهای مخاطرات می‌پردازند، لازم است مدل‌های ارزیابی آن مورد مطالعه و تحلیل قرار گیرند [۱]. مدل‌های ارزیابی و سنجش تاب‌آوری از قبیل

اثرات، به یک قلمرو جاذبه دیگر منتقل شود. به‌عنوان مثال، در وقایع با تغییرات کوتاه مدت (تغییر در وضعیت بارش)، آبخیز در صورت فراهم بودن بستر سازگاری از نظر اجتماعی و بوم‌شناختی، ساختار و عملکرد خود را پس از ضربه، در همان قلمرو جاذبه حفظ می‌کند. اما اگر حوزه آبخیز ضربات بزرگ‌تر و پایدار را تجربه کند، سامانه می‌تواند به یک قلمرو جاذبه جدید تبدیل شده و با ساختار اجتماعی و محیط‌زیستی حاصل از این تأثیرات نمایان شود (شکل ۴). بلایای طبیعی مانند طوفان، زلزله، تهاجم بیولوژیکی، خشکسالی‌های عمده و سیل‌های سنگین، دارای پتانسیل بالایی برای تغییر ساختار اصلی و عملکرد سامانه‌های اجتماعی و بوم‌شناختی آبخیزهای آسیب‌پذیر هستند [۴۵]. سازگاری سامانه‌های اجتماعی و بوم‌شناختی در مقابل مخاطرات نشان‌دهنده ظرفیت یادگیری، تجربه و دانش مشترک، تنظیم پاسخ‌ها و ادامه توسعه در یک چشم‌انداز ثبات است. در آبخیزها، ظرفیت یادگیری، توانایی بوم‌سازگان‌ها برای سازگاری با شرایط محیطی جدید و توانایی فرآیندهای حکمرانی است که به تغییرات و اطلاعات در حال ظهور کمک می‌کند. سازگاری حوزه‌های آبخیز نیز نشان‌دهنده تنظیمات بالقوه و تغییرات ساختار و عملکردهاست تا در چشم‌انداز ثبات در سامانه‌های اجتماعی و بوم‌شناختی آبخیز باقی بماند [۴۵]. برای مثال، تغییرات در شیوه‌های کاشت در شرایط خشکی طولانی‌مدت، تغییرات در کاربری اراضی آبخیز و بهبود فرآیندهای حکمرانی، نمونه‌هایی از سازگاری آبخیزها با شرایط کمبود آب است هم‌چنین ژئومورفولوژی رودخانه، کاربری اراضی کنار رودخانه و قوانین حکمرانی سیلاب‌دشت می‌توانند برای ایجاد ثبات در سامانه‌های در معرض سیل‌های عمده در یک منطقه تغییر کنند. اجرای آبخیز که تاب‌آوری را افزایش می‌دهند اغلب

1. Green Infrastructure
2. Thresholds

توبین^۱ [۵۶]، معیشت پایدار DFID^۲ [۱۴]، خطی - زمانی دیویس^۳ و ایزدخواه^۴ [۱۳] و مایونگا^۵ [۳۴]، از مجموعه مدل‌هایی هستند که بیش‌تر جنبه‌ی مفهومی تاب‌آوری را مورد توجه قرار می‌دهند. پس از بررسی مطالعات مختلف مشخص شد که در مورد شاخص‌های تبیین‌کننده تاب‌آوری، اجماعی وجود نداشته و هر یک از مطالعات براساس رویکرد خاص به معیارهای جداگانه در ابعاد گوناگون تاب‌آوری اشاره کرده‌اند. با در نظر گرفتن این موارد، در بررسی شاخص تاب‌آوری در مقیاس آبخیز نیز نیاز اساسی به طراحی ابعاد و معیارهای جامع با توجه به چارچوب مفهومی و مبانی نظری تاب‌آوری در برابر مخاطرات طبیعی و انسانی ضروری به نظر می‌رسد. بنابراین با توجه به این‌که همه پژوهش‌های مربوط به شاخص تاب‌آوری در برابر مخاطرات طبیعی و انسانی در جهت بهبود ارزیابی علمی و فناوری سامانه‌های مورد بررسی و کاهش آسیب‌پذیری گام برمی‌دارند، از این‌رو بررسی این مهم در مقیاس حوزه آبخیز به‌منظور ارزیابی کارایی آن می‌تواند برای سازگاری با ماهیت پویا و پیچیده آبخیز و افزایش تاب‌آوری آن در مقابل تغییرات طبیعی و انسانی مؤثر باشد.

جمع‌بندی

مدیریت و بهره‌برداری پایدار منابع، نیازمند سیاست‌گذاری و تدوین راهبردهایی است که زیربنای پایداری فرآیند حکم‌رانی سرزمین باشند. از طرفی وجود چالش‌های اساسی در بخش منابع طبیعی خصوصاً از لحاظ مدیریت و استفاده بهینه از آن و توجه به نیازهای ذی‌نفعان در عین پایداری این منابع، ضرورت تدوین سطوح بالای تصمیم‌گیری در قالب روش‌شناسی جدید را ایجاد می‌کند. از این‌رو، لحاظ آبخیزها به‌عنوان واحدهای مکانی مناسب و به‌دنبال آن سازمان‌دهی مدیریت آن برای پایداری و حفظ منابع طبیعی یکی از راه‌حل‌های رسیدگی به چالش‌های مزبور است. نیاز به درک جدیدی از قابلیت تاب‌آوری، سازگاری و تغییر در آبخیزها از طریق تحقیق و ارزیابی اجتماعی و محیط‌زیستی سامانه‌های پویا مانند حوزه آبخیز وجود دارد که شامل چندین دوره زمانی و چندین مقیاس است. مدیریت آبخیزها در مقابل مخاطرات نیاز به درک کامل از وضعیت و پویایی سامانه‌های اجتماعی و بوم‌شناختی در واکنش به این تنش‌ها دارد. در این راستا کاربرد رویکرد تاب‌آوری و تحلیل مؤلفه‌های مؤثر در آن در مقیاس حوزه آبخیز و پیش‌برد آن به سمت مدیریت جامع حوزه‌های آبخیز می‌تواند یکی از راه‌کارهای مؤثر برای نیل به این هدف باشد. به‌عبارتی، با شناخت صحیح کارکرد سطوح مختلف آبخیز به‌عنوان سامانه اجتماعی و بوم‌شناختی، مفاهیمی چون گذار از وضعیت تنش، سازگاری با آن با تکیه بر منابع و ظرفیت‌ها، یادگیری

1. Tobin
2. Department for International Development
3. Davis
4. Izadkhan
5. Mayunga

از شیوه برخورد صحیح با تنش‌ها، خودسامان‌دهی و بازیابی تعادل و پذیرش تغییر موضوعیت پیدا می‌کند. با پیاده‌سازی این رویکرد می‌توان برخورد مناسب با مخاطرات طبیعی و انسانی رخ داده را انجام داد و سامانه آبخیز را به سمت تاب‌آوری هدایت نمود. همان‌طور که اشاره شد، پژوهش‌های مختلفی در زمینه تاب‌آوری در سطوح مختلف در دنیا صورت گرفته است، اما ارزیابی و سنجش تاب‌آوری در مقیاس حوزه آبخیز با در نظر گرفتن ابعاد کلیدی دخیل در تاب‌آوری تاکنون انجام نشده است. از این‌رو انجام مطالعات مرتبط با تحلیل و ارزیابی تاب‌آوری در مقیاس حوزه آبخیز ضروری است. تحقیقات بین‌المللی و رویکردهای راهبردی مشتمل بر جهان‌بینی‌های نوآورانه می‌تواند برای ادغام تلاش‌ها در جهت تاب‌آوری و پایداری سامانه‌های حوزه آبخیز استفاده شود. انتشار اطلاعات و سامانه‌های پشتیبان تصمیم‌گیری مربوط به حوزه آبخیز می‌تواند تاب‌آوری را برای رسیدگی به پیامدهای ناشی از مخاطرات طبیعی افزایش دهند. به‌عبارتی رویکرد ارزیابی تاب‌آوری، راهنمایی است تا مسئولین و دست‌اندرکاران از تصمیمات انعطاف‌پذیر و خط‌مشی‌های جدید برای مدیریت جامع آبخیز استفاده کنند.

منابع

1. Adger, W. N. 2006. Vulnerability, *Journal of Global Environmental Change*, 16(3): 268-281.
2. Binder, CR., Hinkel, J., Bots PWG, and Pahl-Wostl C. (2013) Comparison of frameworks for analyzing social-ecological systems. *Ecology and Society*, 18: 26.
3. Bec, A. 2016. Harnessing resilience for tourism and resource-based communities, PhD thesis. Southern Cross University, Lismore, NSW, 307 p.
4. Berkes, F., Colding, J., and Folke, C. 2003. Navigating social-ecological systems: Building resilience for complexity and change. Cambridge University Press, 183p.
5. Briguglio, L., Cordina, G., Farrugia, N., and Vella, S., 2006. Conceptualising and Measuring Economic Resilience. Part of book: Pacific Islands Regional Integration and Governance, ANU Press, 288 p.
6. Bruneau, M., Chang, S., Eguchi, R., Lee, G., O'Rourke, T., Reinhorn, A., Shinozuka, M., Tierney, K., Wallace, W., and Winterfeldt, D. 2003. A Framework to Quantitatively Assess and Enhance Seismic Resilience of Communities. *Earthquake Spectra*, 19 (4): 733-52.
7. Busapathumrong, P. 2013. Disaster Management: Vulnerability and Resilience in Disaster Recovery in Thailand. *Journal of Social Work in Disability & Rehabilitation*, 11(1-2): 67-83

shifts Resilience and biodiversity in ecosystem management. *Annual Review of Ecology Evolution and Systematics*, 35: 557-581.

21. Friend, R., and Moench, M, 2013. What is the purpose of urban climate resilience? Implications for addressing poverty and vulnerability. *Journal of Urban Climate*. 6: 98-113.

22. Gallopín, G.C. 2006. Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity. *Journal of Global Environmental Change*, 16(3): 293-303.

23. Gaillard, G. 2007. Resilience of traditional societies in facing natural hazards. *Journal of Disaster Prevention and Management*, 16(4): 522 – 544.

24. Ghiyasvand, A., and Abdolshah, F. 2017. Concept and evaluation of economic resilience in Iran. *Journal of Economic Research*, 15 (59): 161-187.

25. Gunderson, L. 2010. Ecological and human community resilience in response to natural disasters. *Journal of Ecology and Society*, 15(2): 18.

26. Holling, C.S. 1973. Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4: 1–23.

27. Hutter, G., Kuhlicke, Ch., Glade, Th., and Felgentreff, C. 2011. Natural hazards and resilience: exploring institutional and organizational dimensions of social resilience. *Journal of Natural Hazards*, 67(1): 1-6.

28. Kafle, S.K. 2011. Measuring disaster-resilient communities: A case study of coastal communities. *Journal of Business Continuity & Emergency Planning*, 5 (4): 316–326.

29. Klein, R.J.T., Nicholls, R.J., and Thomalla, F. 2003. Resilience to natural hazards: How useful is this concept?, *Journal of Environmental Hazards*, 5(1): 35–45.

30. Kruse, S. Abeling, Th. Deeming, H. Fordham, M., Forrester, J., Julich, S., Karanci, N., Kuhlicke, Ch., Pelling, M., Pedoth, L., Schneiderbauer, S. 2017. Conceptualizing community resilience to natural hazards– the emBRACE framework. *Journal of Natural Hazards Earth System Sciences*, 17: 2321–2333.

31. Lamanna, Zh., H. Williams, K., and Childers, C. 2012. An assessment of resilience: disaster management and recovery for greater new orleans' hotels. *Journal of Human Resources in Hospitality & Tourism*, 11(3): 210-224.

8. Carpenter, S.R., DeFries, R., Dietz T., Mooney, H.A., Polasky, S., V.Reid, W., and Scholes, R. 2006. Millennium ecosystem assessment: research needs, *Journal of Science* 314(5797): 257–258.

9. Carpenter, S., Walker B., Anderies J.M., and Abel N. 2001. From metaphor to measurement: Resilience of what to what? *Journal of Ecosystem*, 4(8): 765-781.

10. Cutter, S., Barnes, L., Melissa, L., Burton, Ch., Evans, E., Tate, E., and Webb, J. 2008. A place-based model for understanding community resilience to natural disasters. *Global Environmental Change*, 18(22): 598–606.

11. Cutter, S., Christopher, G.B., and Christopher, T.E. 2010. Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 9(2): 235–239.

12. Cutter, S., and Derakhshan, S. 2019. Temporal and spatial change in disaster resilience in US counties, 2010–2015. *Journal of Environmental Hazards*, 1747-7891.

13. Davis, I., and Izadkhah, Y. 2006. Building resilient urban communities. *Article from OHI*, 31 (1): 11-21.

14. DFID, Sustainable livelihoods guidance sheets, London: Department for International Development (UK). 1999-2005.

15. Djalante, R. 2012. Adaptive governance and resilience: the role of multi-stakeholder platforms in disaster risk reduction. *Journal of Natural Hazards and Earth System Sciences*, 11(12): 2923–2942.

16. Dogru, T., A. Marchio, E., Bulut, U., and Suess, C. 2019. Climate change: Vulnerability and resilience of tourism and the entire economy. *Journal of Tourism Management*, 72: 292-305.

17. Dorostkar Gol Kheili, H., and Yosefi, Y., Ramezanzadeh asboyi, M., Rordeh, H. 2015. Evaluation of flood resilience in selected villages in Neka rood Basin. *Journal of Spatial Analysis Environmental hazarts*, 2 (4): 15-30.

18. Dufty, N. 2012. Using social media to build community disaster resilience. *The Australian Journal of Emergency Management*, 27(1) 40-45.

19. Eftekhari, A.R.I., and Sadeghlo, T. 2017. Resilience of local communities to environmental hazards. *Tarbiat modares university press, Tehran*, 424 p.

20. Folk, C., Carpwnter, S., Walker, B., Scheffer, M., Elmqvist, T., Gunderson, L., and Holling, C.S. 2005. Regime

Ecology and Conservation, 15(3): 187–193.

43. Ramezanzadeh Lasboyi, M., Asgari, A., and Badri, S.A., 2014. Infrastructure and Natural Disaster Resilience with emphasis on floods, Case study: Tourism sample areas of Cheshmeh Kile Tonekabon and Sardabrood Kelardasht. *Journal of Spatial Analysis Environmental hazards*, 1 (1): 35-52.

44. Ramezanzadeh Lasboyi, M., and Badri, S.A., 2014. Explaining the socio-economic structures of resilience of local communities against natural disasters with emphasis on floods, Case Study: Tourism Areas of Cheshmeh Kile Tonekabon and Sardabood Kalardasht. *International Journal of Geography Society of Iran*, 12 (40): 109-131.

45. Randhir, T. 2014. Resilience of watershed systems to climate change. *Journal of Earth Science & Climatic Change*, 5 (6): 1-2.

46. Rose, A. 2011. Resilience and sustainability in the face of disasters. *Journal of Environmental Innovation and Societal Transitions*, 1(1): 96-100.

47. Ross, H., R.W. and Bill, C. 2011. Natural disasters and community resilience. *Australasian Journal of Environmental Management*, 18(1): 1-5.

48. Saemipour, M., Ghorbani, M., Malekian, A., and Ramezanzadeh Lasboyi, M. 2018. Measuring and evaluating drought resilience of local stakeholders (Study Area: Nordin Village, Miami, Semnan Province). *Journal of Rangeland*, 12 (19): 62-72.

49. Salehi, A., Aghababiyi, M.T., Sarmadi, H., and Behtash, F. 2010. Investigation of environmental resilience using causality network. *Journal of Environmental Studies*, 59 (37): 99-112.

50. Scheffer, M., and Carpenter, S. 2001. Catastrophic shifts in ecosystems. *Nature*, 413(6856): 591-596.

51. Shahbazbeigian, and M.R., Bagheri, A. 2016. Analysis of Sistan plain vulnerability system to reduce water resources providing policy options with a reversible approach. *Journal of Iran Water Resources Research*, 12 (1): 40-55.

52. Sharifi, A. 2016. A critical review of selected tools for assessing community resilience. *Ecological Indicators*, 69, 629–647.

53. Summers, J.K., Smith, L.M., Harwell, L.C., and Buck, K.D. 2017. Conceptualizing holistic community resilience to climate events: Foundation for a climate resilience screening

32. Manyena, S. B. 2006. The concept of resilience revisited. *Journal of Disasters*, 30(4): 433-450.

33. Manyena, S. B. 2014. Disaster resilience: A question of ‘multiple faces’ and ‘multiple spaces?’. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 8: 1-9.

34. Mayunga, J. S. 2007. Understanding and applying the concept of community disaster resilience, A capital-based approach, In: A draft working paper prepared for the summer academy for social vulnerability and resilience building. Munich, Germany, July 22 – 28, 2007, 1-16.

35. Mehdizadeh, V. 2016. Sanandaj resilience in environmental dimension. The 1st International Conference on Urban Economics with a Resistance Economy: Approach, Action and Practice, Tehran, May 31, 2016: 1274-1282.

36. Nohrstedt, D., and Parker, CH. 2014. The public policy dimension of resilience in natural disaster management: weden’s Gudrun and Per Storms part of the Environmental Hazards Book Series (ENHA). 235-253.

37. Norris, F.H., P. Stevens, S. Pfefferbaum, B., F. Wyche, K., L. and Pfefferbaum, R. 2008. Community resilience as a metaphor, theory, set of capacities, and strategy for disaster readiness. *American Journal of Community Psychology*, 41(1-2): 127-150.

38. Ostrom, E. 2009. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Sci* 325: 419-422.

39. Parivar, P., Faryadi, Sh., Yavari, A.R, Salehi, A., and Harati, P. 2012. Expanding ecological sustainability strategies to increase resilience of urban environment (Case Study: Districts 1 and 3 of Tehran Municipality). *Journal of Environmental Studies*, 1 (39): 123-132.

40. Parkes, M. W., Morrison, K. E., Bunch, M. J., and Venema. H. D. 2008. Ecohealth and watersheds: ecosystem approaches to re-integrate water resources management with health and well-being. NESH Publication Series No. 2 International Institute for Sustainable Development, Winnipeg, Manitoba, Canada. 74 p.

41. Perrings, C. 2006. Resilience and sustainable development. *Journal of Environment and Development Economics*, 11(4): 417-427.

42. P.F. Pires, A., L. Rezende, C., D. Assad, E., Loyola, R. R. and Scarano, R. 2017. Forest restoration can increase the Rio Doce watershed resilience. *Journal of Perspectives in*

58. Warner, R. 2013. Resilience or relief: Canada's response to global disasters. *Canadian Foreign Policy Journal*, 19(2): 223-235.

59. Weichselgartner, J. 2001. Disaster mitigation: the concept of vulnerability revisited. *Journal of disaster prevention and management*, 10 (2): 85-94.

60. Walker, B., Holling, C.S., Carpenter S., and Kinzig, A. 2004. Resilience, Adaptability and Transformability in social-ecological Systems. *Ecology and Society*, 9(2): 1-5.

61. Ziyae, M., and Faghihi, A., Jomepour, M., Shekari, F. 2017. Developing a Framework for Livelihood Resilience of Nomads (Case Study: Qashqai Il). *Journal Management System*, 12 (47): 31-56.

index. *GeoHealth*, 1(4): 151-164.

54. Taleshi, M., Aliakbari, A., Jafari, M., and Akhlaghi, S. 2018. Developing and validation of appropriate indicators for assessing rural resilience to drought risk (Case study: Hableroud Watershed Basin). *Iranian Journal of Range and Desert Research*, 4 (24): 881-896.

55. Timmerman, P. 1981. Vulnerability, resilience, and the collapse of society: A review of models and possible climatic applications. *International Journal of Climatology*, 1(4): 396-405.

56. Tobin, G. 1999. Sustainability and community resilience: The holy grail of hazards planning?. *Journal of Environmental Hazards*, 31 (5): 437-440.

57. Victoria, L. P. 2012. Community capacity and disaster resilience disaster management knowledge quarterly. *Journal of Ecological Economics*, 1(2): 300-322.



Abstract

Watershed Resilience: Concept and Necessity

P. Farzi¹, S. H.R. Sadeghi^{*2}, M. Jomehpour³

Received: 2019/09/22 Accepted: 2020/11/20

Nowadays, natural disasters and human interventions are the main causes of problems at the watershed scale, hence, the management of such challenges is considered as one of the major problems. However, the present approaches for the management of the watershed resource do not appropriately handle the current issues. So that the scope and type of environmental issues are ever increasing and stand beyond the ecosystem tolerance. As communities strive for recover from disasters and move forward, resilient watersheds facilitate better management of natural systems against future hazards. Towards this, the resilience assessment approach has been proposed as a novel approach using existing potentials and pertinent definitions, indicators, and measurement patterns to strengthen multidimensional systems such as watersheds. Since the application of resilience analysis approach in dynamic and complex, it has not been conceptualized and reported until now in watershed systems. Accordingly, the present endeavor is an attempt to conceptualize the resilience of watersheds in order to provide a useful perspective for understanding management decisions and changes related to natural resources in the context of comprehensive watershed management.

Keywords: Conceptual modeling, Ecosystem capacity, Integrated watershed management, Land use planning, Watershed flexibility

1. Ph.D. Student of Watershed Management Sciences and Engineering, Tarbiat Modares University.

2. *Professor, Department of Watershed Management Engineering, Tarbiat Modares University, Noor 4641776489, Mazandaran, Iran, sadeghi@modares.ac.ir,

3. Professor of Social Planning, Allameh Tabataba'i University, Tehran, Iran.